

Juho Lahikainen

# MAALÄMMÖN KANNATTAVUUSLASKENTA

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2011




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

# KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  30.5.2011	
<b>Tekijä(t)</b> Juho Lahikainen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma	
<b>Nimeke</b>  Maalämmön kannattavuuslaskenta			
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Tämän insinöörityön tarkoituksena oli selvittää maalämmön kannattavuutta vanhan lämmitysjärjestelmän tilalle. Investoinnin kannattavuutta tarkastellaan pääasiallisesti kahden kiinteistön osalta, joiden energiankulutukset poikkeavat hyvin paljon toisistaan. Kiinteistöt ovat paljon lämmitysenergiaa kuluttavat hallirakennus sekä pientalo, joiden lämmitysenergian kulutus vastaa nykypäivän rakentamisen edellyttämää energiankulutusta. Kahden hyvin erilaisen kiinteistön vertailu selventää minkälaiseen kohteeseen investointi on kannattavaa.</p> <p>Poliittiset päätökset vaikuttavat suuresti siihen, että nykypäivänä toimivia lämmitysjärjestelmiä vaihdetaan uusiutuvia energialähteitä käyttäviin lämmitysmuotoihin kuten maalämpöön. Euroopan Unioni velvoittaa Suomea ilmastotalkoisiin, joilla pyritään lisäämään uusiutuvan energian käyttöä fossiilisten energialähteiden sijaan. Vaikutus näkyy hallituksen tekemissä päätöksissä, joilla pyritään ohjaamaan uusiutuvaa energiankäyttöä jokaisella energiankulutus osa-alueella. Ohjauskeinoja ovat muun muassa teollisuuden suunnatut syöttötariffit sekä energiaverojen korotukset fossiilisten energialähteiden käytön osalta.</p> <p>Kannattavuuslaskelmia on tehty 20 vuoteen asti. Laskelmissa on otettu huomioon mahdolliset avustukset, tuet sekä ostettavan lämmitysenergian hintakehitys. Kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä on rakennusten energiatehokkuus sekä se onko kohteessa entuudestaan vesikiertoinen lattialämmitys vesivaraajineen. Energianhintojen nousun jatkuvuus vaikuttaa myös suuresti tulevaisuudessa investointien kannattavuuteen.</p> <p>Investointi maalämpöön tulee kannattavaksi nykyään melkein jokaisessa kohteessa ilman avustuksia ja tukiakin, sillä pelkästään vuonna 2011 nousseet energianhinnat lisäävät kannattavuutta paljon investoitaessa vähemmän ostoenergiaa kuluttavampaan lämmitysjärjestelmään. Paljon lämmitysenergiaa kuluttavan rakennuksen investoinnin takaisinmaksuaika on yleisesti noin 4 – 5 vuotta, kun taas aivan energiatehokkaimpien rakennusten takaisinmaksuaika on jo hieman yli 10 vuotta, jolloin kannattavuus heikkenee.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Maalämmön kannattavuus, Maalämpö, Energiapolitiikka, Lämmitysmuodot			
<b>Sivumäärä</b> 39		<b>Kieli</b> Suomi	
		<b>URN</b>	
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Arto Kohvakka		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Voitto Kontinen	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  30.5.2011	
<b>Author(s)</b> Juho Lahikainen		<b>Degree programme and option</b> Electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Ground-source heating profitability calculations			
<b>Abstract</b>  <p>The purpose of this bachelor's thesis has been to investigate the benefits of ground-source heating as opposed to a traditional heating system. The profitability of the investment is mainly viewed in two cases which differ considerably from one another. The other one is an industrial building that consumes high levels of heating energy and the other one is a small house. Combined these two cases illustrate the modern-day energy consumption of real estate buildings. The comparison of two very different cases sheds light on what type of investments are profitable.</p> <p>Political decisions influence greatly the present trend of changing a traditional heating system to a renewable source of heating such as ground-source heating. The European Union requires Finland to participate in the ongoing battle against the usage of fossil sources of energy. The influence can be seen in governmental decisions that aim to increase the usage of renewable sources of energy in every facet of energy consumption. Means of governance include input tariffs that mainly concern manufacturing industries and increased taxation on the usage of fossil energy sources.</p> <p>The profitability calculations in this study regard a time-period of twenty years. They take into account potential allowances, subsidies and the development of heating energy pricing. The factors influencing the profitability are the energy-efficiency of the buildings and whether the subject already carries a water-based underfloor heating system. The continuance of the rise of energy prices will also greatly influence the profitability of investments in the future.</p> <p>Investments made in ground-source heating systems are profitable in nearly every case even without allowances and subsidies, because the rises in energy prices that took place in 2011 alone greatly improve the profitability of investing in a heating system that consumes less purchased energy. Buildings that consume large amounts of heating energy usually pay the investment back in 4-5 years, whereas the most energy-efficient buildings have a payback period of slightly above 10 years, which reduces the profitability of the investment.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Ground-source heating profitability, Ground-source heating, Energy policy, Heating modes			
<b>Pages</b> 39		<b>Language</b> Finnish	
<b>URN</b>			
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b>  Arto Kohvakka		<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Voitto Kontinen	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	3
2	ENERGIAPOLITIIKAN PÄÄTÖKSET .....	6
2.1	Sähkön hinnan määräytyminen.....	7
2.2	Öljyn hinnan määräytyminen .....	7
2.3	Ilmastopolitiikka .....	8
2.4	Uusiutuvan energian velvoitepaketti .....	8
2.5	Syöttötariffit.....	10
3	LÄMMITYSMUODOT .....	11
3.1	Puulämmitys .....	11
3.2	Öljylämmitys .....	12
3.3	Aurinkolämmitys .....	13
3.4	Sähkölämmitys .....	13
3.4.1	Suora sähkölämmitys .....	14
3.4.2	Varaava sähkölämmitys .....	15
3.4.3	Osittain varaava sähkölämmitys .....	16
3.5	Kaukolämpö.....	16
3.6	Maa- ja ilmalämpö.....	17
3.6.1	Pumppulämmitysjärjestelmät.....	17
3.6.2	Maalämpöpumpun toiminta.....	17
4	MAALÄMPÖ INVESTOINTIKOHTENA.....	20
5	LÄMMITYSMUOTOJEN ENERGIAKULUT.....	21
6	MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA .....	23
6.1	Hallirakennus .....	23
6.1.1	Laskelma maalämpöinvestoinnin osalta .....	24
6.1.2	Laskelma maalämpöinvestoinnin ja kiertoilmakojeiden osalta .....	27
6.2	Pientalo .....	30
6.2.1	Laskelma vähennyksien kanssa .....	30
6.2.2	Laskelma ilman vähennyksiä.....	32
7	MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMAT 10 VUODEN LAINAN TAKASINMAKSUAJALLA.....	34
7.1	Hallirakennuksen maalämmön osalta .....	35

7.2	Hallirakennuksen maalämmön ja kiertoilmakojien osalta .....	35
7.3	Pientalo vähennyksien kanssa.....	35
7.4	Pientalo ilman vähennyksiä .....	36
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	37
	LÄHTEET .....	39
	LIITE/LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Nykyään huomattavan moni öljy- tai sähkölämmityksen omaava tuskailee jatkuvasti nousevia lämmitysenergian kustannuksia ja varsinkin kun lämmitysöljyn hinta ei ole laskemassa uusien fossiilisten polttoaineiden verotuksien ja maailman öljyvarastojen huventumisen myötä jatkossakaan. Öljyn ja muidenkin lämmittämiseen käytettävien energialähteiden hinnat ovat nousseet viimeisen 10 vuoden aikana useiden prosenttien vuosivauhtia ja lähitulevaisuudessa suunta on sama. Sähkön hinta voi ydinvoimalaitos Olkiluoto 3:n valmistuessa hieman stabiloitua, mutta suurta laskua sähkön hinnalle ei ole tulossa. Jatkuvan kulutuksen nousun myötä ja sähkön tuotannon omavaraisuusasteen lisäämisen johdosta tulevaisuudessakin on tehtävä suuria investointeja ja vaikutus tulee näkymään sähkön markkinahinnassa jatkossakin. Teknologian kehityksen myötä suuren energiankulutuksen omaavilla kuluttajilla on mahdollisuus uusiin valintoihin, joilla voi hillitä kotitalouksien tai muiden lämmitysenergiaa kuluttavien kiinteistöjen energiamaksuja.

Poliittisilla päätöksillä pyritään lisäämään energiatehokkuutta niin teollisuudessa kuin pienkotitalouksien osalta sekä vähentämään ilmastonmuutosta edistävien fossiilisten energialähteiden käyttöä lainsäädöksin ja verotuksin. Uusiutuvan energian käytön osuutta lisätään huomattavasti seuraavan 10 vuoden aikana kokonaiskulutuksesta. Muutos on haastava, sillä pelkästään tuulivoiman lisäys vuoteen 2020 on 95 %. Valtio onkin asettanut uusiutuvan energian käytölle erikokoisia syöttötariffeja, joiden tarkoitus on ohjata ja edistää uusiutuvan energian käyttöä ja kehitystä sekä taata uusiutuvalle energialla tuotetulle sähkölle takuuhinta.[1]

Tänä päivänä tuhannet omakotiasujat vaihtavat toimivia lämmitysjärjestelmiä uusiin matalaenergisempiin järjestelmiin, kuten maalämpöön, ja maksavat suuria summia näistä investoinneista. Lämmityskustannuksien huomattavat kevennykset sekä lämmitysjärjestelmän investoinnin inhimillinen takaisinmaksuaika on houkuttanut yhä useampia vaihtamaan lämmitysmuotoaan. Investointi alkaa tehdä huomattavaa tuottoa takaisinmaksuajan jälkeen verrattuna vanhaan kuluttavampaan lämmitysmuotoon. Puhuttaessa 10 - 20 vuodesta tuotto on tuhansia ja jopa kymmeniä tuhansia euroja riippuen rakennuksen vanhasta lämmitysmuodosta ja energiatehokkuudesta. Kuluttajan näkökulmasta kiinnostusta herättää myös työ- ja elinkeinoministeriön teettämä uusiutuvan energian velvoitepaketti, jonka tarkoituksena on saattaa Suomi vähäpääs-

toisemmäksi lisäämällä n. 10 % uusiutuvien energialähteiden käyttöä koko tuotannosta vuoteen 2020 mennessä. Uusiutuvan energian lisäystavoitteen saavuttamiseksi edellytetään, että lisätään erityisesti metsähakkeen ja muun puuenergian käyttöä, tuulienergiaa, liikenteen biopolttoaineiden sekä lämpöpumppujen käyttöä. Vaikutus näkyy jo voimaan tullessa (1.1.2011) uusiutuvan energian käyttöönottoavustuksessa, joka koskee talouksia, jotka siirtyvät suorasta sähkölämmityksestä, varaavasta sähkölämmityksestä tai öljylämmityksestä maalämpöön tai muiden uusiutuvien energialähteiden käyttäjiksi. Tuki voi olla 20 % investoinnin laite- ja laitteenasennuskustannuksista riippuen kuntakohtaisesta avustuspäätöksestä. Uusiutuvan energian käyttöönottoavustuksen hakijoille valtio on budjetoinut kunnille yhteensä 30 miljoonaa euroa avustusrahaa vuodelle 2011. Maalämmön investointihanke kuuluu myös kotitalousvähennyksen piiriin, joka mahdollistaa verotusvähennyksinä jopa 60 % hankkeen rakennuskustannuksista, kuitenkin enimmillään 3000 euroa henkilöä kohden. Näin ollen samassa taloudessa asuva pariskunta hyötyy parhaimmillaan jopa 6000 euroa verovähennyksinä.[1,2,3]

Omassa työssäni selvitän energiapolitiittiset lähtökohdat energiakentän muutoksiin ja suurimpiin vaikuttaviin tekijöihin. Perehdyn maalämmön käyttömahdollisuuksiin. Tutkin myös kuinka kannattavaa on vaihtaa vanha lämmitysjärjestelmä uuteen, uusiutuvaa energiaa käyttävään lämmitysmuotoon. Teen kannattavuuslaskentaa vuoden ja monen kymmenen vuoden ajalle ja vertailen maalämmön kustannuksellista hyötyä suoraan sähkölämmitykseen, varaavaan sähkölämmitykseen tai öljylämmitykseen. Laskennan kohteena käytän uutta matalaenergista pientaloa, jossa investoinnin takaisinmaksuaika on jo suhteellisen pitkä rakennuksen energiatehokkuudesta johtuen. Toisena vertailukohteena käytän paljon lämmitysenergiaa käyttävää vanhaa hallikiinteistöä, jossa investointi tulee olemaan hyvin kannattava. Kaikkien kohteiden investoinnin kannattavuutta lisää huomattavasti myös se, jos saneerattavissa kohteissa on jo aikaisemmin vesikiertoinen patteri- tai lattialämmitys, sillä silloin kustannukset eivät nouse enää muutoin kuin maalämpöhankkeen osalta. Hallikiinteistön osalta olen myös laskenut kannattavuutta kokonaishankkeelle, jossa maalämpöhankkeen lisäksi kustannukset nousevat uudelleen rakennetun sisälämmityksen osalta vesikiertoisilla kiertoilmapumpuilla. Vanhan lämmitysjärjestelmän vaihto ei ole kuitenkaan aina kannattava investointi, vaikka tämän päivän trendin mukaan markkinoidaan vahvasti maalämmön puolesta. Hanke ei ole kannattava, jos investoinnin takaisinmaksuaika on yli 15 vuotta, sillä lämmitysjärjestelmien yleinen käyttöikä on 15 - 20 vuotta. Vaikuttavia

tekijöitä kannattamattomuudelle ovat rakennuksen energiatehokkuus, pieni koko sekä säännöllinen puun polttaminen takassa, jolloin ostettavan primäärisen lämmitysenergian määrä on pieni verrattuna paljon kuluttavaan rakennukseen. Maalämpöinvestointien kustannukset kyllä pienenevät energian käytön vähäisyydestä johtuen samassa suhteessa, mutta hankkeelle on kuitenkin olemassa minimi pakettihinta, joka pyörii tarjoajasta riippuen noin 14 000 euron tuntumassa ilman tukia ja vähennyksiä.

Toisaalta on mielenkiintoista myös, että Suomi saatetaan tulevaisuudessa vähäpäästöisemmäksi tukemalla muun muassa öljylämmitteisten omakotitalouksien siirtymistä pumppulämmityksiin. Tämä on mielenkiintoista, sillä Suomessa on tällä hetkellä lähes 230 000 öljylämmitteistä pientaloa, joiden keskimääräinen vuosittainen öljynkulutus on 2600 l. Mikäli kaikki taloudet siirtyvät pumppulämmitykseen, se tarkoittaisi huomattavaa sähkönkulutuksen nousua. Sähkönkulutuksen nousu on noin 6 TWh ja vanha Olkiluodon reaktorin tuottoteho noin 860 MW ja vuositasolla se tarkoittaa noin reilua 7 TWh tuotettua sähköenergiaa. Väistämättä uuden ydinvoimalan rakentaminen tulee tulevaisuudessa harkintaan, varsinkin jos halutaan vähentää tuontisähköä ja lisätä tuotannon omavaraisuutta.[4,5]



## 2 ENERGIAPOLITIIKAN PÄÄTÖKSET

Energiankysyntä kasvaa huimaa vauhtia maailmanlaajuisesti erityisesti kehittyvissä talousmaissa. Fossiiliset energialähteet eli öljy, kivihiili ja maakaasu sekä myös sähkö ovat jatkuvasti lisääntyneet energiantarpeena ja myös jatkossa kulutus kasvaa. Suurimpia öljy- ja kaasuvarastojen käyttäjiä ovat muutamat Lähi-idän maat, Venäjä sekä Yhdysvallat, joten hupenevat varastot suuntautuvat jatkossakin suuresti kuluttaviin maihin. Kulutuksen nousun myötä tämä johtaa väistämättä lisääntyviin kasvihuonepäästöihin. Energioiden käytön kasvun johdosta hinnat tulevat jatkossakin nousemaan ja se näkyy myös tavallisen kuluttajan nousevissa lämmityskustannuksissa. Suomessa viimeisen 10 vuoden aikana lämmitysenergian hinnan nousu on ollut usean prosentin vuosivauhtia. Energiapolitiikan tarkoituksena Euroopan Unionissa ja myös Suomessa on turvata energian saannin varmuus ja kilpailukykyinen hinta lisäämällä omavaraisuusastetta energiantuotannossa. Sekä Euroopan Unionin ilmastopoliittiset ratkaisut edellyttävät (direktiivi2009/28/EY) nostamaan Suomen uusiutuvan energiankäytön osuuden energian loppukäytössä 38 % vuoteen 2020.[1,6]

**TAULUKKO 1. Lämmitysenergioiden hintakehitys 10 vuodessa./20,21,22/**

LÄMMITYSENERGIAN HINTAKEHITYS 2000-2011				
	Hinta snt/kWh 1.1.2000	Hinta snt/kWh 1.1.2011 + haittavero + uusi lö vero	Hinnan nousu	Keskimääräinen hinnan nousu vuo- dessa
Öljy	3,6	11,2	211 %	12,00 %
Suora sähkö	6,4	12,5	95 %	6,90 %
Varaava Sähkö	5,5	11,7	112 %	7,80 %

Energiapolitiikalla pyritään yhteisiin tavoitteisiin, joilla energian käytön ja tuotannon suhteen ohjataan energian hallintaa, tuotantoa, jakelua ja kulutusta lainsäädöksillä ja verotuksellisin keinoin. Energiapoliittiset tavoitteet tietysti vaihtelevat äänestäjien mielipiteistä johtuen ja sitä kautta hallituksessa olevien valtapuolueiden poliittisista linjauksista. Hallinnon tämänhetkinen energialinja kuitenkin noudattaa energiaratkaisuja, joilla pyritään energiatehokkuuteen ja noudattamaan uusiutuvan energian velvoitepakettia sekä ratkaisuihin tulevaisuudessa ydinvoiman osalta. Nämä kolme linjaa

tukeutuvat kestävyydelle, kotimaisuudelle sekä edistämään teknologian kehityksen, työllisyyden ja talouskasvun nousua. Energiapolitiikkaa toteutetaan niin, että huolehditaan omalta osalta ympäristöstä edistämällä uusiutuvan energian käyttöä fossiilisten energialähteiden käytön sijaan.[6,7]

## **2.1 Sähkön hinnan määräytyminen**

Suomessa suurin vaikutus hinnanmuodostumiseen sähkömarkkinoilla on Nord Pool, joka on pohjoismaiden oma sähköpörssi. Pohjoismaissa normaalina vesivuotena pidetään sitä, että vesivarastojen määrän katsotaan riittävän vastaamaan kysyntää. Talvella hetkittäisesti kulutuksen noustessa joudutaan turvautumaan tuontisähköön ja ottamaan käyttöön kustannukseltaan ja päästöoikeuksiltaan kalliimpia voimapolttoaineita sähköntuotannossa öljyn, kivihiilen ja maakaasun muodossa. Siitä seuraa sähkön hinnan nousua. Kulutuksen kasvaessa tuotanto ei ole pystynyt vastaamaan kasvusuhdanteeseen. Osasyynä on ydinvoimalaitos Olkiluoto 3:sen useita vuosia viivästynyt valmistuminen. Kulutuksen kasvu on kiihdyttänyt hinnankasvua viime vuosina sekä 2009 pohjoismainen sähköpörssi ja Saksalainen sähköpörssi EEX liittyivät yhdeksi markkinaalueeksi. Tästä johtuen halvemman pohjoismaisen sähkön hinnan ennustetaan lähestyvän kalliimpaa eurooppalaista sähkön hintaa tulevaisuudessa.[8]

## **2.2 Öljyn hinnan määräytyminen**

Öljyn hinnan määräytymiseen on useita syitä, mutta markkinataloudessa hinnankehitys määräytyy nousevan kysynnän ja rajallisen tarjonnan mukaan eli taloudellisen tilan noustessa kysyntä kasvaa ja samalla öljyn hinta nousee. Öljyn hinnan hetkittäisiin nouseviin muutoksiin vaikuttaa myös epävaakaa tilanne öljyntuotantomaisissa. Euroopan Unionissa poliittisilla ratkaisuilla pyritään hillitsemään öljyn kulutusta ja näin myös Suomessa öljyn hinta määräytyy verotuksien ja yleisen taloudellisen tilan vakaoituessa.

## **2.3 Ilmastopolitiikka**

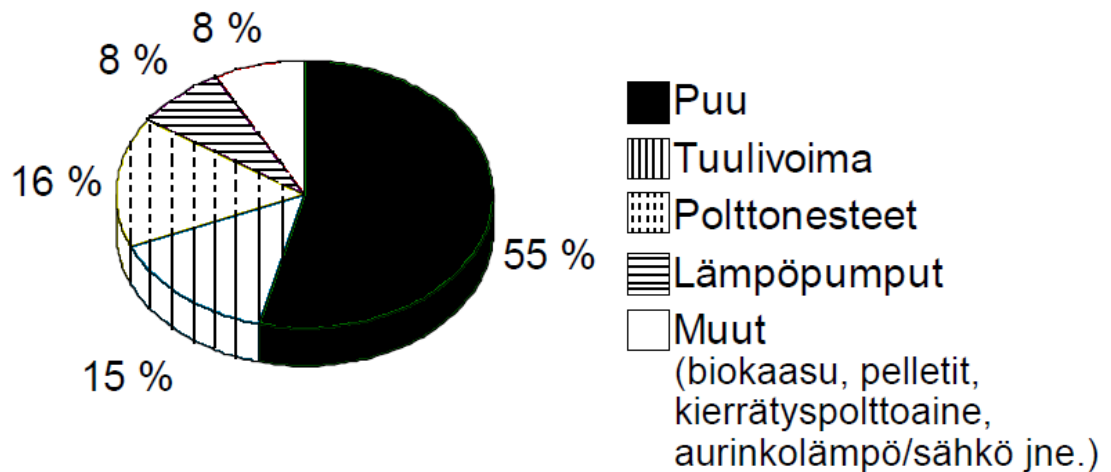
Suomen ilmastopolitiikka perustuu Kioton sopimuksen tavoitteiden toteuttamiseen. Sopimuksessa on Euroopan Unionin 15:lle vanhalle jäsenmaalle asetettu kahdeksan prosentin päästöjenvähennys vuosien 2008-2012 aikana verrattuna vuoden 1990 päästöihin. Suomen osuus päästöjen vähennyksissä on päästä vuoden 1990 kulutuksen tasolle. Pitkän tähtäimen tavoitteena on päästöjen vähentäminen 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä. Myös Euroopan unionin tavoite on nostaa uusiutuvan energian osuus 20 %:iin loppukulutuksesta. Työ- ja ympäristöministeriö onkin laatinut uusiutuvan energian velvoitepaketin, jossa on suunnitelma Suomen sisäisistä muutoksista kohti päästövähennyksiä vuoteen 2020 mennessä.[1,6,9]

## **2.4 Uusiutuvan energian velvoitepaketti**

Euroopan Unioni edellyttää (direktiivi 2009/28/EY) Suomen nostamaan uusiutuvan energian käytön 38 % energian loppukäytöstä vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteet on eritelty uusiutuvan energian osalta kolmeen sektoriin: sähköön, lämmitykseen ja liikenteeseen. Uusiutuvan energian lisäämisvelvoite on 38 TWh vuoteen 2020 mennessä. Tämä tarkoittaa, että uusiutuvan energia osuus on tuolloin 124 TWh eli 38 % energian loppukulutuksesta. Merkittävimpinä lisäyskohteina ovat metsähake, liikenteen biopolttoaine, tuulivoima sekä lämpöpumput. Valtio on asettanut kyseisten energialähteiden käytölle syöttötariffeja ja tukia ohjauskeinoksi sekä biopolttoaineen käytön lisäämiselle jakeluvelvoitteen fossiilisia polttoaineita myyville jakeluasemille. Taulukossa 2 on esitetty suunnitelma uusiutuvan energian käytön lisäyksestä vuodesta 2005 vuoteen 2020. Kuvassa 3 esitetään puolestaan prosentteina uusiutuvien energialähteiden osuus uusiutuvien energialähteiden kokonaistuotannosta vuonna 2020.[1]

**TAULUKKO 2. Uusiutuvan energian käytön lisäyksen suunnitelma./1/**

<b>UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET, TWh</b>			Muutos TWh / %-yksikköä
Primäärienergiana	2005	2020	2005=>2020
<b>Teollisuuden tuotannosta riippuvat polttoaineet (1</b>			
Jäteliemet	37	38	1,1
Teollisuuden tähdepuu	20	19	-1,8
<b>Yhteensä</b>	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>-0,7</b>
<b>Politiikkatoimien kohteena olevat (1</b>			
Vesivoima (normalisoitu)	13,6	14	0,6
Vesivoima, toteutunut	13,4		
Tuulivoima	0	6	5,8
Metsähake	6	25	18,9
Puun pienkäyttö	13	12	-0,5
Lämpöpumput	2	8	6,1
Liikenteen biopolttoaine	0	7	6,5
Biokaasu	0	1	0,7
Pelletit	0	2	1,6
Kierrätyspolttoaineet, RES-osuus	2	2	0,7
Muu uusiutuva, mm. aurinkolämpö, -sähkö jne.	0,4	0,4	0
<b>Yhteensä</b>	<b>37</b>	<b>77</b>	<b>40</b>
<b>Uusiutuva energia primäärienergiana, yhteensä (2</b>	<b>94</b>	<b>134</b>	<b>39,2</b>
Uusiutuva energia loppukulutuksessa (2	87	124	37,2
Energian loppukulutus	303	327	23,6
Uusiutuvien osuus loppukulutuksesta, vesiv. norma- lisoitu	28,50 %		
Uusiutuvien osuus loppukulutuksesta, toteutunut / arvio	28,50 %	38 %	9,50 %
(1 Primäärienergiana			
(2 Vesivoima 2005-2009 normalisoitu			



**KUVA 1. Uusiutuvien energianlähteiden käytön osuus uusiutuvien energianlähteiden kokonaistuotannosta vuonna 2020./1/**

## 2.5 Syöttötariffit

Syöttötariffi on valtion sähkömarkkinoiden ohjauskeinoksi tarkoitettu takuuhinta uusiutuvalla energialla tuotetulle sähkölle. Hinta vahvistetaan yleensä usealle vuodelle riippuen erilaisten teknologioiden kehitysteistä. Tällä takuuhintajärjestelmällä pyritään vaikuttamaan sähkön tuotantorakenteisiin ohjaamalla uusiutuvan energian käyttäjäksi. Syöttötariffi takaa sähköntuottajalle ennalta sovitun hinnan tuotetusta sähköstä. Jos sähkön markkinahinta on takuuhintaa alhaisempi, niin käytännössä kuluttajat maksavat tämän erotuksen. Valtiolla ei siis syöttötariffit tuo lisää kustannuksia vaan kulut kerätään kaikilta sähkön käyttäjiltä sähkölaskussa. Suurimmat syöttötariffit ovat tällä hetkellä käytössä uusiutuvalla energialla tuotetulle sähkölle, sillä ohjauskeinolla pyritään lisäämään uusiutuvan energian käyttöä sähkön kokonaistuotannosta. Suomessa aikaisemmin on ollut syöttötariffi turpeelle, mutta vuonna 2010 sen poistuessa tilalle on tullut tariffeja, teholtaan noin 3 MW pienille yhteistuotantolaitoksille, tuulivoimalle sekä biokaasulle. Alkuvuosina tariffit ovat korkeampia mutta teknologian kehittyessä ja osaamisen parantuessa investointi- ja käyttökustannukset pienenevät, joten tariffit tulevat laskemaan. Tulevaisuuden tavoite olisi, että kustannukset olisivat kilpailukykyisiä ilman tariffejakin. [1,10]

### 3 LÄMMITYSMUODOT

Vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja on markkinoilla paljon. Varsinaisten puu-, öljy- ja sähkölämmitysten joukkoon on nykyään tullut uusiutuvaa energiaa käyttäviä lämmitysmuotoja, kuten erilaiset pumppulämmitykset ja aurinkolämmitys. Kilpailun myötä teknologia kehittyy kaikissa lämmitysmuodoissa.

Uuden lämmitysmuodon investointihanke edellyttää kannattavuuden kannalta vesikiertoista lattialämmitystä. Vesikiertoisessa lattialämmityspiirissä vesiputket ovat asennettu tasaisesti rakennuksen valettuun pohjabetoniin. Vettä ohjataan jakotukkien läpi lämmitettävään kohteeseen. Jakotukkien venttiilien säätelyä ohjaavat huonekohtaiset termostaatit. Näin saadaan tasainen ja haluttu lämpötila. Etuna tässä on tavalliseen ja vanhempaan vesipatterijärjestelmään se että näin sisustuksellista tilaa on enemmän ja vesipattereita ei tarvitse enää ottaa huomioon. Myös tasaisesti lattiasta tuleva lämmitysenergia tuntuu mukavammalle etenkin laattalattiassa.

#### 3.1 Puulämmitys

Puu on energialähteenä uusiutuva, edullinen ja kotimainen. Puulämmitys on ympäristöystävällinen ja viime vuosina nopeasti kehittynyt tapa lämmittää pientaloja. Lämmitys tapahtuu puukattilalla. Kun kattilassa oleva puu saa palaa täydellä teholla ilman kuristuksia, se toimii silloin hyvällä hyötysuhteella. Puukattilassa tuotettu lämpöenergia varastoidaan varaajaan. Varaajan koko määräytyy lämmitettävän kiinteistön koosta ja käytettävästä puukattilasta. Varaajaan voidaan asentaa myös sähkövastukset. Varaaja vähentää lämmittämiseen tarvittavaa työtä ja näin parantaa myös energiatehokkuutta. Energiatehokkuutta parantaa lisäksi poltettavan puun lämpöominaisuudet. Poltettavan puun tulee olla kuivaa, jotta puun lämpöenergia saadaan mahdollisimman hyvin hyödynnettyä. Kosteaa puuta lisää puun kulutusta ja siten vähentää hyötysuhdetta.

Jos puulämmitystä käytetään lämmityksenä varsinaisen lämmitysjärjestelmän rinnalla, saadaan tällöin huomattavaa säästöä lämmityskustannuksiin. Huonona puolena on se, että esimerkiksi varaavaa takkaa lämmittäessä lämpötilan vaihtelut ovat suuria huone-tiloissa ja lämmön säädettävyyteen voi vaikuttaa vain kuinka kauan takkaa lämmitetään. Varaavalla takalla voidaan lämpöä tuottaa myös vesivaraajaan. [11, s. 69,15]

### 3.2 Öljylämmitys

Öljylämmitys yleistyi 1960-luvulla ja niiden avulla siirryttiin useissa pientaloissa keskuslämmityksen aikaan. Öljykattilat asennettiin yleensä omakotitalossa kattilalle ja polttimelle varattuun omaan tilaan tai kellariin, josta patterivesi- ja lämminvesiputket vedettiin asuntoon. Vesipatterit asennettiin ikkunoiden alle, jotta saatiin vedon tunne pois. Termostaatit ohjasivat huonekohtaisia vesipattereita ja näin saatiin haluttu ja tasainen lämpötila.

Öljylämmitysjärjestelmä koostuu öljykattilasta, öljypolttimesta, öljysäiliöstä sekä säätö- ja ohjauslaitteista. Järjestelmä tuottaa sekä lämmittämiseen tarvittavan lämpöenergian että lämpimän käyttöveden. Näin ollen erillistä lämminvesivaraajaa ei välttämättä tarvitse kattilan suuresta tehosta johtuen. Paljon lämmintä käyttövettä kuluttavalle on kuitenkin suositeltavaa olla lämminvesivaraaja. Näin taataan lämpimän veden jatkuva saanti. Lämminvesivaraajaa tarvitaan myös kun öljykattilan yhteydessä käytetään uusiutuvia energianlähteitä aurinkoenergiajärjestelmän tai kaksoispesäkattilan muodossa, jolloin menetelmillä tuotettu lisäenergia voidaan varastoida. Nykyaikaisten öljykattiloiden hyötysuhde on noin 90 % ja palaminen on hyvin puhdasta kun taas vanhempien kattiloiden hyötysuhde jää alle 80 %.

Laskelmissa käytetyn hallirakennuksen lämmityksestä vastaavat öljypolttimella varustetut lämmityspuhaltimet. Periaate on sama kuin öljykattilassa, mutta lämpöenergia puhalletaan suoraan ilmatilaan.

Öljylämmityksen osuus uusissa pientaloissa on varsin pieni, johtuen jatkuvasta lämmitysöljyn hinnan noususta. Kehitteillä onkin polttonesteitä, missä osa on biopohjaista. Markkinoilla on myös polttimia, joilla voidaan tulevaisuudessa polttaa 100 % biopolttoainetta vain suutinta vaihtamalla. Tällä pyritään vähentämään lämmityksestä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ja hillitsemään siten hinnan nousua. Öljylämmityksen lämmityskustannuksia voidaan pienentää investoimalla aurinkolämmitysjärjestelmään, jolla voidaan kattaa 25 - 35 % lämmityskustannuksista sekä voidaan käyttää kaksoispesäkattilaa, jossa puun poltto on mahdollista öljypolttimen yhteydessä. Näin saadaan myös säästöjä lämmityskustannuksiin varsinkin jos puuta ei tarvitse ostaa.[12,13]

### 3.3 Aurinkolämmitys

Aurinkoenergia on saasteetonta, ilmaista sekä riittävää. Auringosta saatavalla säteilyenergialla voitaisiin tyydyttää koko maapallon energiankulutus. Ongelma on vain se, ettei sitä voida hyödyntää vielä tehokkaasti ja tuotetun lämmön varastointi hankalaa, eikä hyvää varastointi menetelmää ole.

Suomessa pääongelmana on, että kesällä auringosta saatavaa lämpöä on riittävästi ja kun sitä talvella eniten tarvitaan, niin auringon lämmittävä osuus on pienimmillään. Näin rakennuksen lämmöntarve voidaan kattaa vain osittain aurinkolämmityksellä. Varsinainen lämmitys voi olla esimerkiksi maalämpöpumppulämmitys ja lämminkäyttövesi voidaan tuottaa aurinkolämmityksen avulla.

Aurinkolämmitys voidaan jakaa joko passiiviseen tai aktiiviseen. Passiivisessa aurinkolämmitysmenetelmässä ei ole erillisiä lämmönkeräimiä eikä varaajaa. Aurinkoenergiaa hyödynnetään rakentamalla talo esimerkiksi etelärinteeseen puuston suojaan siten, että puut eivät estä auringonsäteilyn osumista rakennukseen. Ikkunat ja ikkunoiden koko ovat olennaisin rakennuksen osa. Aurinkolämpö pääsee näin varastoitumaan rakennuksen massaun, josta se vapautuu yön aikana. Varsinainen lämmitysjärjestelmä sulkee lämmityksen pois päältä säätimen avulla silloin kun auringosta saadaan riittävästi lämmitysenergiaa. Edellytyksenä on lämmityksen nopea reagointi, joten varaavissa lämmitysjärjestelmissä voi olla ylikäuperäisen mahdollisuus. Aktiivisessa aurinkolämmityksessä hyödynnetään tasokerääjiä, joissa kiertää jäätymätön neste. Nesteeseen varastoitunut lämpöenergia varastoidaan varaajaan. Varaajasta lämpö siirtyy kulutuskohteisiin. Tasokeräimet ovat Suomessa ainoa käyttökelpoinen vaihtoehto, sillä tasokeräimet hyödyntävät hajasäteilyn, jonka osuus kokonaissäteilystä on suuri.[11, s. 226 - 227]

### 3.4 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on edelleen uusissa pientaloissa suosituin lämmitysmuoto. Sähkön lämmitysmuotona yleisin on suorasähkö, mutta sitä on korvaamassa kovaa vauhtia erilaiset pumppulämmitykset, jotka käyttävät lämmitysenergian tuottamiseen sähköä. Matalaenergiatalojen rakentaminen lisää myös sähkölämmityksen suosiota, sillä lämmitysenergian tarve on hyvin pieni, joten vähemmän kuluttavat lämmitysjärjestelmät



ei ole kannattavia suurien laite- ja asennuskustannuksien vuoksi. Sähkölämmityksen suosiota lisää myös lämmitysmuodon helppokäyttöisyys ja vaivattomuus sekä hyötysuhde ovat erittäin hyvät verrattuna esimerkiksi öljylämmitykseen. Sähkölämmitykset voidaan jakaa kolmeen lämmitysmuotoon: suoraan, varaavaan ja osittain varaavaan sähkölämmitykseen. Jokaisessa lämmitysmuodossa lämmitysenergia saadaan sähköstä, joka on tuotettu esimerkiksi ydinvoimalla tai vesivoimalla.[14]

Ostettava sähköenergia jaetaan kahteen ryhmään: yleissähköön ja yösähköön. Yleissähkö eli 1-tariffi mittaus mittaa kulutetun sähköenergian yhdellä mittarilla läpi vuorokauden ja hinta on sama vuorokaudenajasta riippumatta. Yösähkössä on 2-tariffi mittaus eli mittaus tapahtuu kahdella energiamittarilla, jotka mittaavat kulutetun päiväenergian ja yöenergian erikseen. Yösähköllä energianhinta koostuu päiväajan kello 7 - 22 ja yöajan huokeammasta kello 22 - 7 kulutetusta sähköenergiasta. Yösähkössä verkkopalvelun ja sähköenergian kuukausimaksut nostavat kuitenkin kustannuksia sen verran, että 2-tariffi mittaus ei ole kannattavaa, jos kulutus on pientä kun puhutaan reilusti alle 10000 kWh vuosittaisesta kulutuksesta. Normaalisissa omakotikiinteistöissä käytettäessä lämmöntuottoon sähköä kulutus on kuitenkin vuositasolla korkeampaa, joten 2-tariffi mittaus tulee kustannuksiltaan kannattavammaksi.

### **3.4.1 Suora sähkölämmitys**

Suora huonekohtainen sähkölämmitys on yleisin ja yksinkertaisin lämmitysmuoto. Tässä lämmitysmuodossa lämpö tuotetaan aina huoneen sen hetkisen tarpeen mukaan. Suora sähkölämmitys reagoi nopeasti lämpötilan muutoksiin ja lämpötila on tasainen, koska lämpöenergia siirtyy välittömästi lämmitettävään huoneeseen. Myös reagointi auringon tuottamaan lisälämpöön on nopeaa pienen massansa ansiosta.

Lämmitysmuotoina käytetään yleensä patterilämmitystä, kattolämmitystä ja suoraa lattialämmitystä, joita ohjataan aina halutun lämpötilan pitämiseksi huonekohtaisilla termostaateilla. Patteri- ja kattolämmitys luovuttavat lämpönsä välittömästi ja suorassa lattialämmityksessä betoninlaatan paksuus on ohuempi verrattuna varaavaan lattialämmitykseen sekä pintamateriaalina käytetään nopeasti lämpöä luovuttavia kiivainesmateriaaleja.[11, s. 205 – 207]

### 3.4.2 Varaava sähkölämmitys

Varaavassa sähkölämmityksessä lämpö tuotetaan kiinteistössä olevaan vesivaraajaan tai sitoutetaan muuhun varaavaan massaan. Lämmitys tapahtuu varausjakson aikana esimerkiksi yöllä, jolloin lämpö sitoutuu varaavaan massaan ja kun päivällä lämmitys ei ole päällä, massa luovuttaa lämpönsä huonetilaan. Varaavassa sähkölämmityksessä pyritään näin hyödyntämään mahdollisimman paljon huokeampaa yösähköä, joka tuo säästöjä lämmityskustannuksiin. Toimintaa ohjataan tavanomaisesti sähkökeskuksiin asennettavilla kellokytkimillä. Varaavia sähkölämmitystapoja ovat varaava vesikiertoinen lämmitys, massavaraajat ja varaava lattialämmitys. Varaavan sähkölämmityksen heikkouksia ovat huono säädettävyys ja hidas reagointi lämpötilan muutoksiin. Siksi yleensä varaavan sähkölämmityksen yhteydessä käytetään suoralla sähkölämmityksellä toteutettuja ratkaisuja parantamaan säädettävyttä. Kovilla pakkasilla käytetään tasaavaa lämmitystä päivällä tehontarpeen täyttämiseksi, jotta varaavaa lämmitystä ei tarvitse mitoittaa täyttämään huipputehoa. Näin voidaan käyttää pienempiä pääsulakekokoja, jolloin säästöä tulee kiinteiden energiakustannusten muodossa.

Varaava lattialämmitys toteutetaan betonilaattaan asennettavilla lämmityskaapeleilla, jotka asennetaan betonilaattaan syvemmälle kuin suorassa lattialämmityksessä. Betonilaatta valetaan paksummaksi varaavan massan lisäämiseksi, jotta yösähköllä lämmitetty lattia luovuttaa pidempään lämpöä päiväsaikaan. Varaavaa lattialämmitystä ohjataan lattiatermostaatilla, jonka anturi on suojaputkessa betonilaatassa.

Massavaraaja on huonekohtainen kivipatteri, jota lämmitetään halvemmalla yösähköllä. Sitä käytetään suoran sähkölämmityksen apuna. Massavaraajan ydin lämmitetään sähkövastuksilla jopa 600 - 700 °C:een. Massavaraaja luovuttaa lämmön päivällä luonnollisesti tai koneellisen ilmavaihdon avulla. Massavaraaja tulee sijoittaa keskeiselle paikalle lämmön tasaisen leviämisen edellytyksenä. Eräänä massavaraajana voidaan pitää kivitakkoja, jotka lämmitetään yleensä puulla, mutta niihin voidaan asentaa myös sähkövastuksia. Rakennuksen massiivisia tiilirakenteitakin voidaan käyttää eräänlaisina massavaraajina kun niihin asennetaan lämmityskaapelit.

Varaajalämmitys toteutetaan vesivaraajan ja sähkövastuksien avulla. Sähkövastukset lämmittävät varaajassa olevan veden, jota kierrätetään pumppujen ja säätöautomaatin avulla vesikiertoisissa pattereissa tai lattian vesilämmityspotkissa. Varaava sähkö-

lämmitys voi olla täysin varaava tai osittain varaava. Täysin varaavassa sähkölämmityksessä varaajan vesi lämmitetään yösähköllä. Jotta sekä lämpö että lämmin käyttövesi riittävät koko päiväksi, täytyy varaajan olla suuri sekä sähkövastuksien tehokkaat. Normaalisissa 120 m<sup>2</sup> pientalossa tarvitaan vähintään 2000 l varaaja ja 18 kW latausteho. Osittain varaavassa sähkölämmityksessä riittää pienempi vesivaraaja ja lämmitys tapahtuu pääosin yösähköllä. Yleissähköllä lämmitetään huipputehon tarvittavana aikana eli talvisaikaan kylmimmillä pakkasilla. Varaajalämmitys mitoitetaankin lähes aina osittain varaavaksi siten, että noin 90 % lämmitysenergiasta tuotetaan huokeamalla yösähköllä.[11, s. 207 – 209]

### **3.4.3 Osittain varaava sähkölämmitys**

Osittain varaavalla sähkölämmityksellä tarkoitetaan lämmitysratkaisua, jossa käytetään varaavaa lattialämmitystä ja suoran sähkön lämmitysratkaisuja yhdessä kuten sähköpatteri- tai kattolämmitystä. Etuna tässä on pelkästään suoraan tai varaavaan sähkölämmitykseen se, että voidaan käyttää pienempiä pääsulakekokoja, koska lämmitys jakautuu tasaisemmin vuorokauden aikana ja suoralla sähkölämmitysratkaisuilla saadaan myös huonekohtaisiin lämpötiloihin nopeampaa reagointia ja säädettävyyttä, jotka tuovat mukavuutta.[11, s. 207]

## **3.5 Kaukolämpö**

Kaukolämmityksessä lämmitetään yhdessä kohteessa kaukolämpöverkoston liittyneet kiinteistöt. Verkosto voi olla esimerkiksi kokonainen kaupunginosa. Kaukolämpöä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa tai lämpökeskuksissa. Asiakkaat saavat lämpöenergian kaukolämpöverkossa kiertävästä vedestä.

Lämmön jakelu tapahtuu suljetussa kaksiputkisessa kaukolämpöverkossa, jossa on meno- ja paluuputki. Menojohdossa kiertävä kaukolämpövesi luovuttaa lämpöä asiakkaalle kaukolämpölaitteiden välityksellä ja palaa jäähtyneenä takaisin tuotantolaitokseen uudelleen lämmitettäväksi. Kaukolämpövesi ei kierrä kiinteistöjen lämmitysverkossa. Kaukolämpöveden lämpötila vaihtelee sään mukaan 65 – 155 °C välillä. Alimillaan kaukolämpövesi on kesällä, jolloin lämpöä tarvitaan vai lämpimänkäyttöveet. Veden paluulämpötila vaihtelee 25 – 50 °C välillä.[11, s. 154 – 155]

### 3.6 Maa- ja ilmalämpö

Maalämpö on täysin uusiutuva energianlähde. Aurinkoenergian hyödyntämistapa on ottaa käyttöön maahan tai vesistöön varastoitunut auringon lämpöenergia. Kesällä auringon säteilyn lämpöenergia varastoituu maaperään ja vesistöihin. Talvella eristävä lumipeite estää maan jäähtymistä ja routarajan alapuolella maan lämpötila on + 3 ja + 10 °C välissä. Kosteaa maata ja vesistöt ovat parhaita lämmönlähteitä, sillä keruuputkiston ympärille siirtyy aina uutta lämpöä pois pumpatun tilalle. Peruskallioon porattu kaivo on nykyisin yleisin maalämmön talteenottotapa varsinkin tiheästi asutuilla alueilla. Jos tontti on iso, niin voidaan käyttää vaakakeruuputkistoa ja vesistöjen läheisyydessä keruuputkisto voidaan upottaa pohjasedimenttiin. Myös aurinkoenergian hyödyntämistapa on ottaa käyttöön ilmasta saatu lämpöenergia. Ilmasta saatava lämpöenergia riippuu täysin ulkolämpötilasta. Ulkolämpötilan laskiessa ilmasta saatava lämmitysenergian määrä laskee ja aivan kovimmilla, kuten – 20 °C pakkasilla lämmitysenergian tarve ei riitä kattamaan kiinteistön lämmitystarvetta.[11, s. 221 – 223,16]

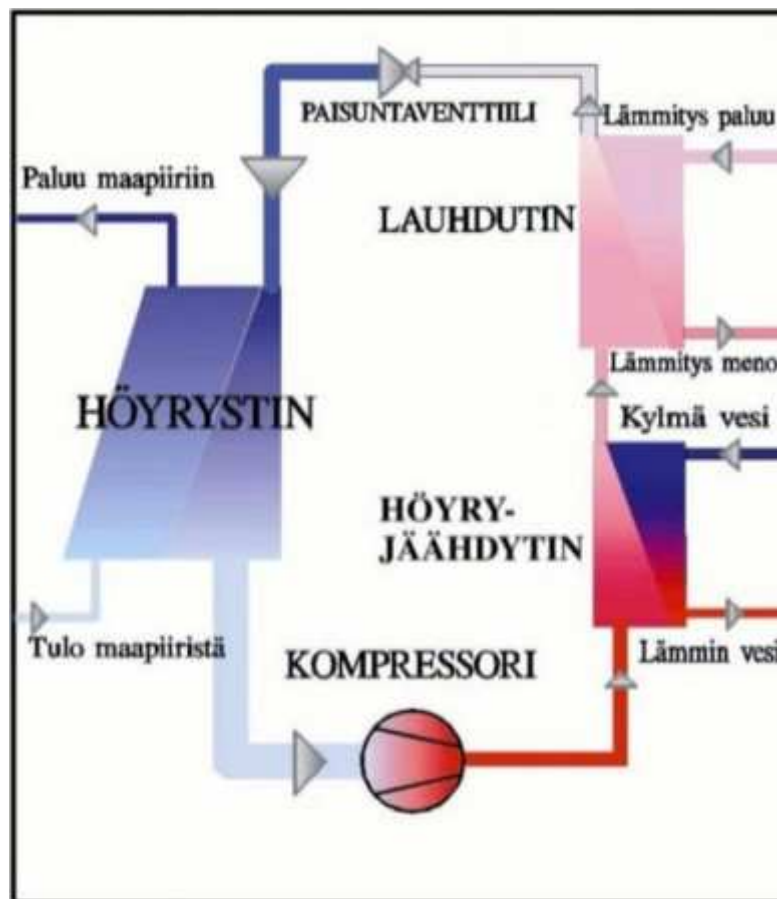
#### 3.6.1 Pumppulämmitysjärjestelmät

Pumppulämmitysjärjestelmät voidaan jakaa kolmeen osaan: maalämpöpumppuun, ilma-vesilämpöpumppuun ja poistoilmalämpöpumppuun. Vain maalämpöpumppu voi toimia päätoimisena kiinteistön lämmittäjänä. Ilma-vesilämpö- ja poistoilmapumput vaativat rinnalleen toisen lämmönlähteen ympärivuorokautisessa käytössä, sillä kovilla pakkasilla ulko- ja sisälämpötilan välinen ero kasvaa hyvin suureksi tiputtaen samalla kompressorin hyötysuhteen hyvin pieneksi. Maalämpöpumpussa on vuositasolla kompressorin lämpökerroin noin kolme, kun taas ilmalämpöpumpuissa lämpökerroin on noin kaksi. Kaikissa pumppulämmitysjärjestelmissä toimintaperiaate on sama. Maalämpöpumpussa ja ilma-vesilämpöpumpussa tuotettu lämpö luovutetaan vesikiertoiseen patteriverkostoon tai lattiaverkostoon, kun taas ilmalämpöpumpun tuottama lämpöenergia siirretään suoraan ilmatilaan puhaltimen avulla.[11, s. 221 – 224,]

#### 3.6.2 Maalämpöpumpun toiminta

Maalämpöpumpun keruuputkistossa kiertää jäätymätön yleensä 25 – 30 % alkoholi-liuos, joka lämpenee muutaman asteen kierron aikana. Keruuputkistossa nesteestä saatava lämpö höyrystää lämpöpumpussa kiertävän kylmemmän kylmäaineen. Höy-

rystyneen kylmäaineen painetta nostetaan kompressorilla, jolloin kylmäaineen paine kasvaa ja lämpötila nousee huomattavasti. Lämpimämpi käyttövesi saadaan kun kylmävesi on liitetty höyryjäähdytimeen, jolloin kylmävesi sitoo korkeassa lämpötilassa olevan höyryn lämpöenergian ja näin saadaan lämmintä käyttövettä, samalla höyryn lämpötila myös tippuu ja muuttuu nestemäisemmäksi. Jo hieman viilentynyt kylmäaine lauhtuu täysin nestemäiseksi lauhduttimessa ja luovuttaa lämpöenergian lämmönjakoverkossa kiertävään veteen. Lopuksi pumpun sisäisessä kierrossa paisuntaventtiilillä kylmäaineen paine tiputetaan ja nesteen lämpötila laskee noin  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  asteeseen ja neste on taas valmis uuteen kiertoon keruuputkistossa ja sen jälkeen pumpun sisäisessä kierrossa.[11, s. 222]



**KUVA 2. Maalämpöpumpun toimintaperiaate./18/**

Vesikiertoinen lattialämmitys sopii paremmin maalämpöpumpun lämmönjakotavaksi kuin vesikiertoinen patteriverkosto, sillä menoveden ei tarvitse olla niin lämmintä kuin patteriverkossa. Patteriverkostossa lämpöä luovuttavat radiaattorit ovat suhteessa pinta-alaltaan pienempiä kuin koko lattiassa kiertävä lämminvesiputkisto, joten radi-

aattorit vaativat lämpimämpää vettä luovuttaen saman huonelämpötilan kun lattialämmitys. Maalämpöpumpun kompressorin lämpökerroin siis riippuu siitä, kuinka suuri on keruuputkiston nesteen- ja lämmitetyn veden välinen ero. Tyypillisesti patteriverkostoon ajetaan noin 55 °C asteista vettä ja keruuputkiston nesteen lämpötila on 2 – 0 °C. Lämpötila ero on siis noin 55 °C. Kun taas lattialämmitysputkistoon ajetaan tyypillisesti noin 35 °C asteista vettä, joten ero on huomattavasti pienempi ja näin myös kompressorin hyötysuhde on parempi. Korkeamman lämpötilan omaavaa lämmintä käyttövedtä lämmitetään vuodessa noin 25 % koko pumpun toiminta ajasta. Joten lattialämmityksessä voidaan käyttää parempaa hyötysuhdetta 75 % pumpun toiminta ajasta. Vesikiertoinen lattialämmitys siis säästää ostettavan sähköenergian määrässä.[19]

#### 4 MAALÄMPÖ INVESTOINTIKOHTENA

Työssä on laskettu kahden hyvin erilaisen rakennuksen energiankulutuksia eri lämmitysmuodoilla. Vertailukohtina on maalämmön energiankulutukseen yleisimmät käytössä olevat lämmitysmuodot eli öljy- ja sähkölämmitykset. Sijoitetulle pääomalle eli maalämpöinvestoinnille on laskettu tuoton pitkällä aikavälillä, jota vertaillaan samassa ajassa kertyneisiin öljyn tai sähkön lämmityskustannuksiin. Laskelmissa on käytetty energian hintojen nousulle 4 % vuositasolla. 4 %:n nousua on käytetty kaikissa laskuissa riippumatta energianlähteestä ja niiden keskimääräisestä noususta. Esimerkiksi vähiten tilastokeskuksen mukaan on 10 vuodessa noussut suoran sähkön hinta, joka oli noussut 95 % vuodesta 2000. Tästä on laskettu keskimääräinen nousu, joka on 6,9 % vuodessa. 4 % on maltillinen arvio hintakehityksestä. Energianhinnat ovat vuoden 2011, joissa näkyy haattaverot ja lämmitysöljyn verokorotukset.

Ensimmäisenä kohteena on vanha teollisuushalli, joka lämpiää kahdella öljylämmityspuhaltimella, joiden vuotuinen yhteiskulutus on 5000 litraa lämmitysöljyä. Tämä tarkoittaa lämmitysenergiana 50000 kWh. Rakennuksessa ei ole vesikiertoista patteritai lattialämmityspiiriä, joten öljylämmityspuhaltimien tuottama lämmitysenergia siirtyy suoraan puhaltimien avulla lämmitettävän tilan ilmapintaan. Maalämpöpumppu tarvitsee vesikiertoisen jakojärjestelmän, joten hallirakennukseen on laskettu myös erillinen investointi vesikäyttöisten kiertoilmakojeiden osalta. Lämminkäyttövesi lämmitetään sähkövastuksella ja energia varastoidaan 150 litran varaajaan. Lämminkäyttövesi lämmitetään myös jatkossa suoralla sähköllä, sillä maalämpöpumppu on mitoitettu siten, että kovilla pakkasilla pumpun teho ei välttämättä riitä lämpimänkäyttöveden lämmitykseen. Tämä ratkaisu myös parantaa pumpun hyötysuhdetta, sillä silloin pystytään pitämään lämmönjakojärjestelmän lämpötila alhaisempana, joten lämmönkeruujärjestelmän ja lämmönjakojärjestelmän välinen lämpötilaero on pienempi ja näin hyötysuhde parempi. Tällaisessa kohteessa ei ole mahdollisuutta saada kotitalousvähennyksiä, mutta uusiutuvan energian käyttöönottoavustusta voi kunta-kohtaisesti hakea.

Toiseksi havainnollistavaksi kohteeksi on valittu vuonna 2008 valmistunut pientalo, jonka vuotuinen energiankulutus on 18900 kWh. Rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmityspiiri. Laskelmissa on otettu huomioon kotitalousvähennys sekä uusiutuvan energian käyttöönotto avustus.

## 5 LÄMMITYSMUOTOJEN ENERGIAKULUT

Laskelmissa on muutettu öljyn määrä kilowateiksi. 1 litra öljyä vastaa 10 kWh. Ostettavan energian määrä riippuu hyötysuhteesta. Öljykattiloiden hyötysuhteena käytän joko 90 % tai 80 % riippuen kattilan kunnosta ja iästä kun taas suoran- tai varaavan sähkön hyötysuhteena on 100 %. Maalämpöpumpun osalta käytän lämpökerrointa 3 eli kompressorin tarvitsee toimiakseen ostettavaa sähköenergiaa 15000 kWh vuodessa ja taas pystyy luovuttamaan 45000 kWh lämmitysenergiaa vuodessa hallirakennuksen lämmittämiseen. Pientalossa ostettava energia on 6300 kWh vuodessa. Näin maalämpöpumppu pystyy luovuttamaan pientalon tarvitseman lämmitysenergian 18900 kWh vuodessa. Taulukoissa on myös laskettu lämmityskustannukset 10 - 15 vuoden päähän 4 % vuosittaisella energianhintojen korotuksella.

**TAULUKKO 3. Hallirakennuksen lämmittämisen energiakulut.**

LÄMMITTÄMISEN ENERGIAKULUT ERI LÄM.MUODOILLA				
Lämmitysmuoto	Ostettava energia/v	Lämmityskulut v.2011	Lämmityskulut 2011-2020 4% vuosikasvulla	Lämmityskulut 2011-2025 4% vuosikasvulla
Öljy kattilan hyötysuhde 90%	50000 kWh	5 598 €	64 204 €	112 082 €
Öljy kattilan hyötysuhde 80%	55000 kWh	6 157 €	73 925 €	123 290 €
Varaava sähkö	45000 kWh	5 265 €	63 212 €	105 424 €
Suora sähkö	45000 kWh	5 625 €	67 534 €	112 632 €
Maalämpö kompressorin lämpökerroin 3	15000 kWh	1 755 €	21 070 €	35 141 €



**TAULUKKO 4. Pientalon lämmittämisen energiakulut.**

LÄMMITTÄMISEN ENERGIAKULUT ERI LÄM.MUODOILLA				
Lämmitysmuoto	Ostettava energia/v	Lämmityskulut v.2011	Lämmityskulut 2011-2020 4% vuosikasvulla	Lämmityskulut 2011-2025 4% vuosikasvulla
Öljy kattilan hyötysuhde 90%	20790 kWh	2 327 €	27 938 €	46 595 €
Öljy kattilan hyötysuhde 80%	22680 kWh	2 539 €	30 484 €	50 839 €
Varaava sähkö	18900 kWh	2 213 €	26 570 €	44 312 €
Suora sähkö	18900 kWh	2 359 €	28 322 €	47 235 €
Maalämpö kompressorin lämpökerroin 3	6300 kWh	738 €	8 861 €	14 777 €

## 6 MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA

Maalämmön tuottolaskelmissa olen laskenut maalämmön kannattavuutta verrattuna vanhaan lämmitysmuotoon. Kannattavuutta tarkastelen tuottona eli kuinka paljon maalämpöinvestointi kulutuksineen säästää vuosien kuluessa vanhaan lämmitysmuotoon verrattuna ja milloin sijoitettu pääoma eli investointi maksaa itsensä takaisin. Kannattavuutta tarkastelen 20 vuoteen asti. Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla on laskettu tuoreimmilla energiahinnoilla ja laskennassa on otettu huomioon 4 % korotus vuotuisen energian hintojen nousuun. Myös korotus otettu huomioon maalämmön osalta. Nettoinvestointi kattaa koko hankkeen porauksineen ja maalämpöpumpun asennuksineen. Hallirakennuksen laskelmissa olen lisännyt myös nettoinvestointiin erillisen hankkeen lämmönjakojärjestelmän rakentamisesta vesikiertoisilla kiertoilmakojeilla. Laskelmissa otan myös huomioon avustukset kuten uusiutuvan energian käyttöavustuksen ja kotitalousvähennyksen, jotka vähentävät nettoinvestointin kustannuksia ja siten lisäävät kannattavuutta. Hallirakennuksen osalta ei ole mahdollisuutta saada kotitalousvähennystä, koska kyseessä on yritysrakennus. Viimeisenä on tarkasteltu kannattavuutta jokaisessa tapauksessa jos investoinnin kustannukset ovat sidottu 10 vuoden annuiteettilainaan 5 % muuttumattomalla korkokannalla. 10 vuoden lainanhoitokulut ovat lisätty nettoinvestointiin.

### 6.1 Hallirakennus

Hallin lämmitettävä tilavuus on 900 m<sup>3</sup>. Maalämmön investointikustannukset on laskettu yhdessä LVI- urakoitsijan kanssa ja ne ovat suuntaa-antavia. Kustannusarvioksi on saatu 18 000 euroa, joka sisältää maalämpöpumpun asennuksineen sekä pora-kaivon. Toisena tarkastelukohteena on otettu huomioon kustannuksiin lisäävänä tekijänä investointi lämmönjakojärjestelmään laitteineen ja asennuksineen. Arvio tästä on 15 000 euroa, joka sisältää niin sähkö- kuin lvi-työt laitteineen, tarvikkeineen ja asennuksineen.

### 6.1.1 Laskelma maalämpöinvestoinnin osalta

**TAULUKKO 5. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 1 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 1 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	5598	6157	5625	5265
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	1755	1755	1755	1755
Säästö lämmityskuluissa (€)	3843	4402	3870	3510
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	18 000	18000	18000	18000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-14157</b>	<b>-13598</b>	<b>-14130</b>	<b>-14490</b>

**TAULUKKO 6. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 4 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 4 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	23770	26147	23886	22358
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	7453	7453	7453	7453
Säästö lämmityskuluissa (€)	16317	18694	16433	14905
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	18 000	18000	18000	18000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-1683</b>	<b>694</b>	<b>-1567</b>	<b>-3095</b>

**TAULUKKO 7. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 5 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 5 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	30318	33350	30467	28517
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	9506	9506	9506	9506
Säästö lämmityskuluissa (€)	20812	23844	20961	19011
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	18 000	18000	18000	18000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>2812</b>	<b>5844</b>	<b>2961</b>	<b>1011</b>

**TAULUKKO 8. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 10 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 10 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	67204	73925	67534	63212
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	21070	21070	21070	21071
Säästö lämmityskuluissa (€)	46134	52855	46464	42142
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	18 000	18000	18000	18000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>28134</b>	<b>34855</b>	<b>28464</b>	<b>24142</b>

**TAULUKKO 9. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 15 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 15 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	112082	123290	112632	105424
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	35141	35141	35141	35141
Säästö lämmityskuluissa (€)	76941	88149	77491	70283
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	18 000	18000	18000	18000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>58941</b>	<b>70149</b>	<b>59491</b>	<b>52283</b>

**TAULUKKO 10. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 20 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 20 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	166683	183351	167502	156786
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	52261	52261	52261	52261
Säästö lämmityskuluissa (€)	114422	131090	115241	104525
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	18 000	18000	18000	18000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>96422</b>	<b>113090</b>	<b>97241</b>	<b>86525</b>

## 6.1.2 Laskelma maalämpöinvestoinnin ja kiertoilmakojien osalta

**TAULUKKO 11. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 1 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 1 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	5598	6157	5625	5265
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	1755	1755	1755	1755
Säästö lämmityskuluissa (€)	3843	4402	3870	3510
Nettoinvestointi maalämpöön ja kiertoilmapuhaltimiin asennuksiin (€)	33 000	33000	33000	33000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-29157</b>	<b>-28598</b>	<b>-29130</b>	<b>-29490</b>

**TAULUKKO 12. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 5 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 5 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	30318	33350	30467	28517
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	9506	9506	9506	9506
Säästö lämmityskuluissa (€)	20812	23844	20961	19011
Nettoinvestointi maalämpöön ja kiertoilmapuhaltimiin asennuksiin (€)	33 000	33000	33000	33000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-12188</b>	<b>-9156</b>	<b>-12039</b>	<b>-13989</b>

**TAULUKKO 13. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 7 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 7 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	44211	48632	44428	41585
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	13862	13862	13862	13862
Säästö lämmityskuluissa (€)	30349	34770	30556	27723
Nettoinvestointi maalämpöön ja kiertoilmapuhaltimiin asennuksiin (€)	33 000	33000	33000	33000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-2651</b>	<b>1700</b>	<b>-2444</b>	<b>-5277</b>

**TAULUKKO 14. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 8 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 8 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	51577	56734	51830	48513
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	16171	16171	16171	16171
Säästö lämmityskuluissa (€)	35406	40563	35659	32342
Nettoinvestointi maalämpöön ja kiertoilmapuhaltimiin asennuksiin (€)	33 000	33000	33000	33000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>2406</b>	<b>7563</b>	<b>2659</b>	<b>-658</b>

**TAULUKKO 15. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 15 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 15 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	112082	123290	112632	105424
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	35141	35141	35141	35141
Säästö lämmityskuluissa (€)	76941	88149	77491	70283
Nettoinvestointi maalämpöön ja kiertoilmapuhaltimiin asennukseen (€)	33 000	33000	33000	33000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>43941</b>	<b>55149</b>	<b>44491</b>	<b>37282</b>

**TAULUKKO 16. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 20 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 20 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	166683	183351	167502	156786
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	52261	52261	52261	52261
Säästö lämmityskuluissa (€)	114422	131090	115241	104525
Nettoinvestointi maalämpöön ja kiertoilmapuhaltimiin asennukseen (€)	33 000	33000	33000	33000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>81422</b>	<b>98090</b>	<b>82241</b>	<b>71525</b>



## 6.2 Pientalo

Pientalon maalämmön nettoinvestointikustannukset ovat 15 000 euroa. Nettoinvestointikustannukset vähennyksien kanssa on 10 400 euroa.

### 6.2.1 Laskelma vähennyksien kanssa

**TAULUKKO 17. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 5 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 5 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	12604	13572	12777	11986
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	3997	3997	3997	3997
Säästö lämmityskuluissa (€)	8607	9575	8780	7989
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	10 400	10400	10400	10400
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-1793</b>	<b>-825</b>	<b>-1620</b>	<b>-2411</b>

**TAULUKKO 18. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 6 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 6 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	15435	16841	15647	14679
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	5829	5829	5829	5829
Säästö lämmityskuluissa (€)	9606	11012	9818	8850
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	10 400	10400	10400	10400
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-794</b>	<b>612</b>	<b>-582</b>	<b>-1550</b>

**TAULUKKO 18. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 10 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 10 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	27938	30938	28322	26570
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	8861	8861	8861	8861
Säästö lämmityskuluissa (€)	19077	22077	19461	17709
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	10 400	10400	10400	10400
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>8677</b>	<b>11677</b>	<b>9061</b>	<b>7309</b>

**TAULUKKO 19. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 15 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 15 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	46595	50840	47236	44312
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	14777	14777	14777	14777
Säästö lämmityskuluissa (€)	31818	36063	32459	29535
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	10 400	10400	10400	10400
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>21418</b>	<b>25663</b>	<b>22059</b>	<b>19135</b>

**TAULUKKO 20. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 20 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 20 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	69294	75607	70247	65898
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	21976	21976	21976	21976
Säästö lämmityskuluissa (€)	47318	53631	48271	43922
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	10 400	10400	10400	10400
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>36918</b>	<b>43231</b>	<b>37871</b>	<b>33522</b>

**6.2.2 Laskelma ilman vähennyksiä****TAULUKKO 21. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 5 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 5 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	12604	13572	12777	11986
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	3997	3997	3997	3997
Säästö lämmityskuluissa (€)	8607	9575	8780	7989
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	15 000	15000	15000	15000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-6393</b>	<b>-5425</b>	<b>-6220</b>	<b>-7011</b>

**TAULUKKO 22. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 8 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 8 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	21442	23395	21736	20391
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	6800	6800	6800	6800
Säästö lämmityskuluissa (€)	14642	16595	14936	13591
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	15 000	15000	15000	15000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-358</b>	<b>1595</b>	<b>-64</b>	<b>-1409</b>

**TAULUKKO 23. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 10 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 10 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	27938	30938	28322	26570
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	8861	8861	8861	8861
Säästö lämmityskuluissa (€)	19077	22077	19461	17709
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	15 000	15000	15000	15000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>4077</b>	<b>7077</b>	<b>4461</b>	<b>2709</b>

**TAULUKKO 24. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 15 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 15 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	46595	50840	47236	44312
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	14777	14777	14777	14777
Säästö lämmityskuluissa (€)	31818	36063	32459	29535
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	15 000	15000	15000	15000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>16818</b>	<b>21063</b>	<b>17459</b>	<b>14535</b>

**TAULUKKO 25. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 20 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 20 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	69294	75607	70247	65898
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	21976	21976	21976	21976
Säästö lämmityskuluissa (€)	47318	53631	48271	43922
Nettoinvestointi maalämpöön (€)	15 000	15000	15000	15000
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>32318</b>	<b>38631</b>	<b>33271</b>	<b>28922</b>

**7 MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMAT 10 VUODEN LAINAN  
TAKASINMAKSUAJALLA**

## 7.1 Hallirakennuksen maalämmön osalta

**TAULUKKO 26. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 10 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 10 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	67204	73925	67534	63212
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	21070	21070	21070	21071
Säästö lämmityskuluissa (€)	46134	52855	46464	42142
Nettoinvestointi maalämpöön + 10 vuoden lainan lainahoitokuluilla(€)	23 310	23310	23310	23310
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>22824</b>	<b>29545</b>	<b>23154</b>	<b>18832</b>

## 7.2 Hallirakennuksen maalämmön ja kiertoilmakojien osalta

**TAULUKKO 27. Hallirakennuksen maalämmön tuottolaskelma 10 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 10 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	67204	73925	67534	63212
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	21070	21070	21070	21071
Säästö lämmityskuluissa (€)	46134	52855	46464	42142
Nettoinvestointi maalämpöön + 10 vuoden lainan lainahoitokuluilla(€)	42 735	42735	42735	42735
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>3399</b>	<b>10120</b>	<b>3729</b>	<b>-593</b>

## 7.3 Pientalo vähennyksien kanssa

**TAULUKKO 28. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 10 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 10 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	18666	20625	18881	17713
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	5907	5907	5907	5907
Säästö lämmityskuluissa (€)	12759	14718	12974	11806
Nettoinvestointi maalämpöön + 10 vuoden lainan lainanhoitokulut (€)	13 471	13471	13471	13471
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-712</b>	<b>1247</b>	<b>-497</b>	<b>-1665</b>

**7.4 Pientalo ilman vähennyksiä****TAULUKKO 29. Pientalon maalämmön tuottolaskelma 10 vuodelle.**

MAALÄMMÖN TUOTTOLASKELMA 10 VUODELLE				
	Öljy, kattilan hyötysuhde 90%	Öljy, kattilan hyötysuhde 80%	Suora Sähkö	Varaava Sähkö
Lämmityskulut vanhalla lämmitysmuodolla (€)	18666	20625	18881	17713
Maalämmön lämmityskulut (lämpökerroin 3) (€)	5907	5907	5907	5907
Säästö lämmityskuluissa (€)	12759	14718	12974	11806
Nettoinvestointi maalämpöön + 10 vuoden lainan lainanhoitokulut (€)	19 430	19430	19430	19430
<b>TUOTTO (€)</b>	<b>-6671</b>	<b>-4712</b>	<b>-6456</b>	<b>-7624</b>

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli alkujaan selvittää maalämpöinvestointihankkeen kannattavuutta vanhaan, paljon lämmitysenergiaa kuluttavaan hallikiinteistöön. Laskelmiin on otettu vertailukohtina mukaan myös vähemmän kuluttavia kohteita. Kulutukseltaan erilaisten kohteiden kannattavuuden selvitys antaa näkökulman, minkälaiseen kohteeseen maalämpöhanke on tänä päivänä järkevää tehdä.

Aloitin opinnäytetyön tutustumalla maalämpöön ja mitkä ovat sen hyödyt verrattuna vanhaan lämmitysmuotoon. Kohteista on kerätty lämmitysenergian kulutukset vanhalta lämmitysmuodolla ja kaikki kulutukset ovat käännetty kilowattitunneiksi, jotta laskelmat olisivat vertailukelpoisia. Työssä on selvitetty myös, miten energiapoliittiset päätökset vaikuttavat maalämpöinvestoinnin kannattavuuteen.

Jatkuvasti nousevien energianhintojen myötä investointi maalämpöön tulee olemaan tulevaisuudessa kannattavaa kohteen kulutuksesta riippumatta. Yhteiskunnan tuki maalämpöinvestoinnille on tuhansia euroja. Tämä lyhentää takaisinmaksuaikaa huomattavasti. Takaisinmaksuajan jälkeen investointi alkaa tehdä pelkkää tuottoa sijoitetulle pääomalle.

Tutkimus osoitti, että tämän päivän hinnoilla maalämpöinvestointi hallirakennukseen on kannattavaa, vaikka nettoinvestointiin lisättäisiin erillinen investointi lämmönjakojärjestelmän osalta. Investointi maksaa itsensä takaisin maalämpöhankkeen osalta 4 – 5 vuodessa ja kokonaisinvestointi lämmönjakojärjestelmän kanssa maksaa itsensä takaisin 7 – 8 vuodessa. Takaisinmaksuaika riippuu vanhan lämmitysjärjestelmän energiankulutuksesta ja sen hyötysuhteesta. Öljykattilan hyötysuhteen ollessa 90 % takaisinmaksuaika on hieman pidempi verrattuna vanhempaan öljykattilaan, jonka hyötysuhde on 80 %. Näin siksi, että lämmitysenergiaa tarvitaan hieman enemmän saman lämmön tuottamiseen. Pientalon osalta takaisinmaksuaika avustusten ja tukien kanssa on 6 – 7 vuotta ja ilman avustuksia ja tukia 8 – 9 vuotta. Kumpaankin kohteeseen investointi tulee olemaan kannattavaa nykyisillä energianhinnoilla. Vuosi sitten hintojen ollessa huokeammat maalämpöinvestointi pientaloon ei olisi ollut kannattavaa. Jos investointien kustannukset ovat sidottu 5 % annuiteettilainaan, kannattavaksi tulee vain hallirakennus. Pientalon takaisinmaksuaika nousee yli 10 vuoteen, joten investoinnista saatavat hyödyt ovat minimaaliset. Kaikki laskelmat ovat suuntaa-



antavia, sillä energianhintojen kehitystä ei voida ennustaa tarkasti, myös maalämpöinvestoinnin nettokustannukset vaihtelevat hieman tarjoajasta riippuen.

.

## LÄHTEET

- [1] Uusiutuvan energian velvoitepaketti. Työ- ja elinkeinoministeriö. Verkkodokumentti. Viitattu 12.3.2011. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/26643/UE\\_lo\\_velvoitepaketti\\_Kesaranta\\_200410.pdf](http://www.tem.fi/files/26643/UE_lo_velvoitepaketti_Kesaranta_200410.pdf)
- [2] Energia-avustukset. Ara. Verkkodokumentti. Viitattu 12.3.2011. Saatavilla: <http://www.ara.fi/default.asp?node=1263&lan=>
- [3] Kotitalousvähennys. Kotitalousvahennys.fi. Verkkodokumentti. Viitattu 12.3.2011. Saatavilla: <http://www.kotitalousvahennys.fi/>.
- [4] Öljylämmitys. Oil.fi. Verkkodokumentti. Viitattu 20.3.2011. Saatavilla: <http://www.oil.fi/>.
- [5] Olkiluodon ydinvoimalaitos. Wikipedia. Verkkodokumentti. Viitattu 10.4.2011. Saatavilla: [http://fi.wikipedia.org/wiki/Olkiluodon\\_ydinvoimalaitos](http://fi.wikipedia.org/wiki/Olkiluodon_ydinvoimalaitos).
- [6] Ilmastopolitiikka. Ympäristö.fi. Verkkodokumentti. Viitattu 12.4.2011. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=568&lan=fi>.
- [7] Energiapolitiikka. Wikipedia. Verkkodokumentti. Viitattu 12.4.2011. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Energiapolitiikka>
- [8] Sähkön hinnan määräytyminen. Wikipedia. Verkkodokumentti. Viitattu 15.4.2011. Saatavilla: [http://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6n\\_hinnan\\_m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ytyminen\\_Pohjoismaissa](http://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6n_hinnan_m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ytyminen_Pohjoismaissa)
- [9] Suomen ilmastopolitiikka. Ilmastopolitiikka.org. Verkkodokumentti Viitattu 15.4.2011. Saatavilla: <http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka/suomi.html>

- [10] Julkinen sektori energiatehokkuuden tiennäyttäjäksi. Motiva. Verkkodokumentti. Viitattu 20.4.2011. Saatavilla:  
[http://www.motiva.fi/files/1479/Tyo-\\_ja\\_elinkeinoministerion\\_ohjeita\\_energiatehokkuuden\\_huomioon\\_ottamiseksi\\_julkisissa\\_hankinnoissa.pdf](http://www.motiva.fi/files/1479/Tyo-_ja_elinkeinoministerion_ohjeita_energiatehokkuuden_huomioon_ottamiseksi_julkisissa_hankinnoissa.pdf)
  
- [11] Pentti Harju. Lämmitystekniikan oppikirja. Kouvola. Penan Tieto-Opus Ky. 2002.
  
- [12] Öljylämmitys. Motiva. Verkkodokumentti. Viitattu 1.5.2011. Saatavilla:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/oljylammitys](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/oljylammitys).
  
- [13] Polttimet. Oilon. Verkkodokumentti. Viitattu 1.5.2011. Saatavilla:  
<http://netfi.oilon.com/cms400/oilonhome2010/products.aspx?id=2049>.
  
- [14] Sähkölämmitys. Energiateollisuus. Verkkodokumentti. Viitattu 5.5.2011. Saatavilla:  
<http://www.energia.fi/fi/sahko/kotijasahko/tietoarakentajalle/sahkolammitys>.
  
- [15] Puulämmitys. Kaukora. Verkkodokumentti. Viitattu 5.5.2011. Saatavilla: <http://www.kaukora.fi/Biolammitys/Puulammitys>.
  
- [16] Lämmitysmuodot. Motiva. Verkkodokumentti. Viitattu 5.5.2011. Saatavilla:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot)

- [17] Maalämpöpumppu. Sulpu. Verkkodokumentti. Viitattu 15.5.2011. Saatavilla:  
[http://www.sulpu.fi/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20&Itemid=32](http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=32)
- [18] Kuva maalämmön toiminnasta. Suomela.fi. Verkkodokumentti. Viitattu 25.5.2011. Saatavilla:  
<http://www.suomela.fi/oikaisu-uusimman-suomelan-ekolampoa-tupaan-juttuun.aspx>
- [19] Opas maalämmöstä. Motiva. Verkkodokumentti. Viitattu 25.5.2011. Saatavilla:  
[http://www.motiva.fi/files/3378/Lampoa\\_omasta\\_maasta\\_maalampopumput.pdf](http://www.motiva.fi/files/3378/Lampoa_omasta_maasta_maalampopumput.pdf)
- [20] Sähkön hinta. Tilastokeskus. Verkkodokumentti. Viitattu 5.4.2011. Saatavilla:  
[http://pxweb2.stat.fi/Dialog/varval.asp?ma=050\\_ehkh\\_tau\\_105\\_fi&path=../database/StatFin/ene/ehkh/&lang=3&multilang=fi](http://pxweb2.stat.fi/Dialog/varval.asp?ma=050_ehkh_tau_105_fi&path=../database/StatFin/ene/ehkh/&lang=3&multilang=fi)
- [21] Lämmitysöljyn hinta. Ariterm. Verkkodokumentti. Viitattu 5.4.2011. Saatavilla:  
<http://195.198.92.151/ariterm/Ariterm%20Hybrid%2020%20tuotelehti%20low%20res.pdf>
- [22] Lämmitysöljyn hinta. ST1. Verkkodokumentti. Viitattu 5.4.2011. Saatavilla: <http://www.st1.fi/index.php?id=4004>

